

PAT-NO: JP406163471A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06163471 A  
TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE  
PUBN-DATE: June 10, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SUZUKI, YASUHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
NIPPON STEEL CORP N/A

APPL-NO: JP04330005  
APPL-DATE: November 16, 1992

INT-CL (IPC): H01L021/302

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable a silicon nitride film of semiconductor to be anisotropically dry-etched and enhanced in selectivity to a silicon oxide film which serves as a base of the silicon nitride.

CONSTITUTION: A quartz bell jar 2 provided with a domed roof is provided under a waveguide 1, microwaves are fed towards the quartz bell jar 2 from the waveguide 1, and a substrate holder 3 connected to a power supply of high frequency is provided under the quartz bell jar 2 to constitute a microwave downstream etching device. Processing gas of mixed gas of nitrogen trifluoride and oxygen is introduced into a vacuum chamber 6 through a gas feed pipe 7. Plasma generated by discharge in the vacuum chamber 6 is guided to a specimen 4 for etching. By this setup, the side wall of the silicon nitride film 10 is protected by nitrogen dissociated from nitrogen trifluoride and reaction products, and the film 10 can be etched into an anisotropic shape and enhanced in selectivity by making oxygen content optimal in mixing ratio.

COPYRIGHT: (C) 1994, JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-163471

(43)公開日 平成6年(1994)6月10日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F 9277-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-330005

(22)出願日 平成4年(1992)11月16日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 鈴木 康浩

相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鐵株

式会社エレクトロニクス研究所内

(74)代理人 弁理士 大島 陽一

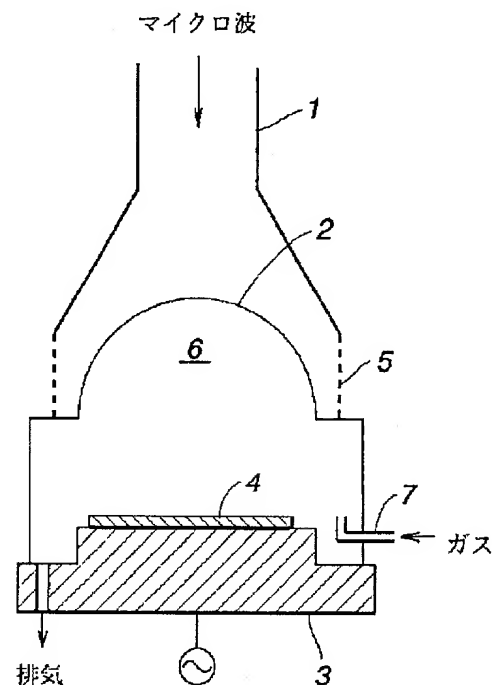
(54)【発明の名称】 半導体製造方法

(57)【要約】

【目的】 半導体のシリコン窒化膜を、異方性形状にドライエッチングすると共にシリコン窒化膜の下地のシリコン酸化膜に対する選択性を高める。

【構成】 導波管1の下にドームの屋根形状をなす石英ベルジャー2を設け、マイクロ波を導波管1から石英ベルジャー2に向けて供給し、石英ベルジャー2の下方に高周波電源を接続された基板ホルダ3を設けて、マイクロ波ダウンストリームエッチング装置を構成する。減圧室6内にガス供給管7を介して供給されるプロセスガスを三ふっ化窒素及び酸素を混合したものにする。減圧室6内に生じる放電により発生したプラズマを試料4に導きエッチングする。

【効果】 三ふっ化窒素から解離される窒素や反応生成物により、シリコン窒化膜10の側壁が保護され、好適に異方性形状にエッチングし得ると共に、酸素混合比を適切化することにより選択性を高め得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン窒化膜をマイクロ波ダウンストリームプラズマによるドライエッチングにて製造する半導体製造方法であって、

前記ドライエッチングに用いるプロセスガスが、三ふっ化窒素と酸素とを混合したものであることを特徴とする半導体製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ドライエッチング方法 10 に関し、特に、半導体素子や半導体集積回路などの半導体をマイクロ波ダウンストリームプラズマによるドライエッチングにて製造する半導体製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、マイクロ波ダウンストリームプラズマを用いてドライエッチングにより半導体集積回路を製造することが考えられている。例えば、アルミニウム配線膜形成後のパッシベーション膜（プラズマCVDによるシリコン窒化膜）のドライエッチングやレジストアッシング工程などに実用化されつつある。上記方法では、0.2〜1.5 Torr程度の圧力の反応性ガス（主にCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>）を、真空室に導入し、マイクロ波（2.45GHz）電界によりプラズマ化させ、ガス分子から解離生成する反応性ラジカルやイオンによって試料をドライエッチングする。

【0003】しかしながら、上記ドライエッチング方法を用いると、シリコン基板の上にシリコン酸化膜・シリコン窒化膜・フォトレジストをこの順に積層してシリコン窒化膜をエッチングした際に、サイドエッチの大きい 20 等方性形状が生じる。そのため、異方性形状を要求されるLOCOS形成工程中のシリコン窒化膜のエッチングには適用できないという問題があった。

【0004】また、異方性形状を得るには、従来、図3に示されるような平行平板型プラズマエッチング方式にてエッチングするものがある。図3に於いて、基板ホルダ21上に試料22が載置されており、その試料を基板ホルダ21と共に覆うように下向きに凹状をなす石英チャンバ23が基板ホルダ21上に設けられている。石英チャンバ23の上部中央にはアノード電極24が設けられており、基板ホルダ21が接地されている。そして、 40 アノード電極24には高周波電圧が加えられ、石英チャンバ23の上部から石英チャンバ23内にプロセスガスが供給され、基板ホルダ22に開設された排気口から排気されるようになっている。

【0005】しかしながら、上記プラズマエッチング装置では、選択性が小さく（選択比が2〜3程度）、下地のシリコン酸化膜を薄膜化（150〜100Å）した場合に、その酸化膜がオーバエッチ時にエッチオフしてしまうという問題があった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような従来技術の問題点に鑑み、本発明の主な目的は、シリコン窒化膜をマイクロ波ダウンストリームプラズマを用いてドライエッチングする際に、異方性形状にエッチングし得ると共にシリコン窒化膜の下地のシリコン酸化膜に対する選択性を高め得る半導体製造方法を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的は、本発明によれば、シリコン窒化膜をマイクロ波ダウンストリームプラズマによるドライエッチングにて製造する半導体製造方法であって、前記ドライエッチングに用いるプロセスガスが、三ふっ化窒素と酸素とを混合したものであることを特徴とする半導体製造方法を提供することにより達成される。

## 【0008】

【作用】このように、シリコン窒化膜に対するドライエッチングを行う際のプロセスガスに三ふっ化窒素と酸素ガスとを混合したものをを用いることにより、シリコン窒化膜に対するエッチング速度を向上し得る。また、三ふっ化窒素から解離される窒素やSiNxOyなどの反応生成物によりシリコン窒化膜の側壁に保護膜が形成され、深さ方向にエッチングが進行していくため、プロセスガスの処理圧力を低下できるとことと併せて、上記側壁へのエッチングを防止することができ、良好な異方性形状を形成し得る。さらに、プロセスガスに酸素ガスを混合することにより、下地シリコン酸化膜が露出したときに、シリコン酸化膜が三ふっ化窒素ガス及び酸素ガスと反応して、シリコン酸化膜上にSiFxOy、SiNxOyといった反応生成物が形成され、これがふっ素ラジカル 30 によるSiO<sub>2</sub>との反応速度を低下させる。従って、シリコン酸化膜に対するシリコン窒化膜の選択性が高まり、シリコン酸化膜が露出しさらにエッチングされることを防止できる。

## 【0009】

【実施例】以下、本発明の好適実施例を添付の図面について詳しく説明する。

【0010】図1は、本発明が適用されたマイクロ波ダウンストリームエッチング装置の一例を示す模式的断面図である。本装置は、導波管1と、導波管1の下に設けられたドームの屋根形状をなす石英ベルジャー2と、石英ベルジャー2の下方に設けられた基板ホルダ3とにより形成されている。基板ホルダ3の上面には加工対象の試料4が載置されている。

【0011】導波管1は、石英ベルジャー2を覆うように下向きに拡開するように形成されており、その下部の周壁部にメッシュ部5を設けられている。また、石英ベルジャー2の凹状内面と基板ホルダ3とにより囲われた減圧室6内には、ガス供給管7を介して外方の図示されないガス供給装置からプロセスガスが供給されるようになっていると共に、基板ホルダ3には高周波電源が接続 50

されている。

【0012】このようにして構成されたマイクロ波ダウンストリームエッチング装置は、その導波管1からマイクロ波(2.45GHz)が石英ベルジャー2に向けて供給され、減圧室6内に放電が生じ、それにより発生したプラズマ(ラジカルやイオン)を試料4に導くことにより試料4の表面をエッチングするものである。このとき、ガス供給管7から供給されるプロセスガスは三ふっ化窒素及び酸素を混合したものであり、三ふっ化窒素を40SCCM、酸素を10SCCMの各流量にて導入する。

【0013】そして図1の装置により、0.15Torrの圧力で、マイクロ波パワーを600Wにすると共に、基板ホルダ3に印加する高周波バイアスパワーを30Wにして、LOCOS形成工程上のシリコン窒化膜(アクティブ領域形成用シリコン窒化膜)をエッチングしたときのエッチング断面形状を図2に示す。図2には、シリコン基板8上に下地のシリコン酸化膜9を形成し、シリコン酸化膜9の上に積層されたシリコン窒化膜10の上にレジストからなるエッチングマスク11を一部設けて、そのエッチングマスク11を除いた部分のシリコン窒化膜10をエッチングした形状が示されている。

【0014】ところで、従来例の図3で示したプラズマエッチング装置では、CF<sub>4</sub>を80SCCM、酸素を20SCCMの各流量にて導入し、マイクロ波パワーを1000Wにすると共に、0.6Torrの圧力でエッチングする場合があり、その場合には等方性形状になっていた。これに対して、本発明の装置によるエッチングによれば、三ふっ化窒素と酸素とを混合したプロセスガスをを用いていることから、三ふっ化窒素から解離される窒素や、SiN<sub>x</sub>O<sub>y</sub>などの反応生成物により、シリコン窒化膜10のエッチング部分の側壁が保護される。従って、シリコン窒化膜10に対するエッチング中に於けるふっ素ラジカルによるサイドエッチを防止して、深さ方向のみにエッチングを進行させることができ、図2に示される異方性形状が容易に得られるため、より一層微細化された配線形状のエッチングを行うことができる。

【0015】また、不要なシリコン窒化膜10がエッチングされて下地のシリコン酸化膜9が一部露出し始めると、SiO<sub>2</sub>とプロセスガス中の酸素との反応によって、SiF<sub>x</sub>O<sub>y</sub>という反応生成物がSiO<sub>2</sub>上に堆積する。従って、プロセスガス中の酸素ガスの混合比を高め

ることにより、シリコン窒化膜10のシリコン酸化膜9に対する選択性を大幅に向上することができ、下地のシリコン酸化膜9を、従来の300Åに対して、200Åにしたり、さらに100Åというように、より一層薄膜化した場合でも、下地のシリコン酸化膜9がエッチングされることがない。なお、その選択比は、従来では2〜3であったが、本発明によれば10〜20である。また、酸素ガスの混合比は、35%以上に高め過ぎるとシリコン窒化膜10のエッチング速度が逆に低下してしまうため、35%以下の適度な混合比にすると良い。

【0016】

【発明の効果】このように本発明によれば、マイクロ波ダウンストリームエッチングに於いて三ふっ化窒素ガスと酸素ガスを混合したものをプロセスガスとして使用することにより、アクティブ領域用シリコン窒化膜をサイドエッチのない垂直面を有する異方性形状にエッチングすることができ、半導体回路の高密度・高集積化に於ける微細化形状に適用可能であると共に、選択性を大幅に高めることができるため、極めて良好なエッチング断面形状を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されたマイクロ波ダウンストリームエッチング装置の模式的断面図。

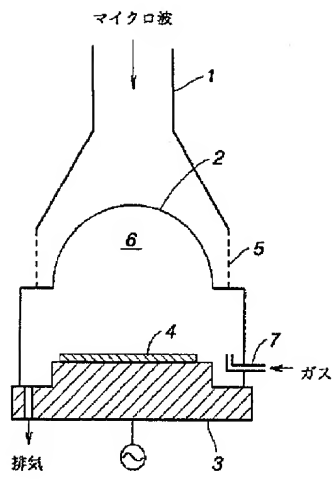
【図2】本発明のエッチングによる半導体の要部断面図。

【図3】従来のドライエッチング装置の模式的断面図。

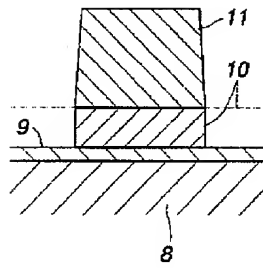
【符号の説明】

- 1 導波管
- 2 石英ベルジャー
- 3 基板ホルダ
- 4 試料
- 5 メッシュ部
- 6 減圧室
- 7 ガス供給管
- 8 シリコン基板
- 9 シリコン酸化膜
- 10 シリコン窒化膜
- 11 エッチングマスク
- 21 基板ホルダ
- 22 基板ホルダ
- 23 石英チャンバ
- 24 アノード電極

【図1】



【図2】



【図3】

